

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-331532

(43)Date of publication of application : 19.11.2002

(51)Int.CI.

B29C 39/02
B29C 39/24
G02B 3/00
// B29L 11:00

(21)Application number : 2001-141431

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 11.05.2001

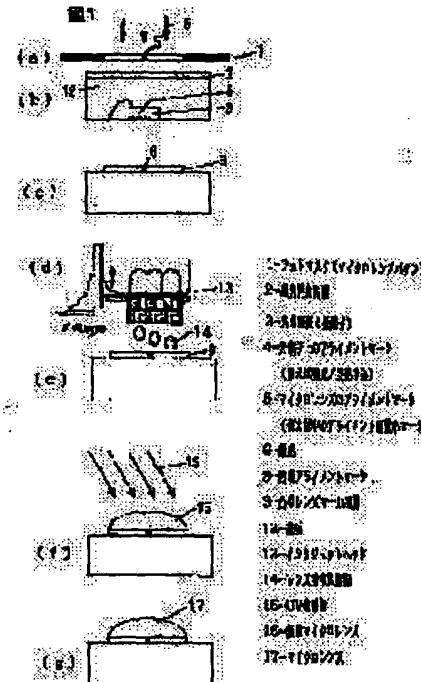
(72)Inventor : ISHII YUZO

(54) MICROLENS FORMING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a microlens forming method capable of simply performing the alignment of the optical axis of an optical device (an optical element, an optical part or the like) with that of a microlens at a low cost.

SOLUTION: A photomask (1) having a microlens pattern for forming the microlens and an alignment mark pattern is used, and the alignment mark (5) of the microlens is aligned with the alignment mark (4) of the optical element by setting the alignment mark of the optical device having the optical element (3) to the light emitting or receiving center of the optical element to align the optical axis of the microlens with that of the optical device. A film (9) for a lens marker, to which the microlens pattern having an alignment mark (8) at the center thereof is transferred, is formed on a substrate (12), and a liquid resin for the microlens is injected on the film for the lens marker to form a liquid microlens which is, in turn, irradiated with UV rays to be cured to form the microlens.



[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] How to form a micro lens in the above-mentioned substrate front face of the optical equipment which a lightwave signal outputs and inputs to a light-corpuscle child through the substrate which lightwave signal light penetrates characterized by providing the following. The micro-lens pattern which specifies the portion which forms the above-mentioned micro lens. The alignment mark which set the alignment mark of another side and optical equipment as the above-mentioned light-corpuscle child's luminescence or light-receiving center, or was independently formed on the light-corpuscle child is prepared using the photo mask which has the alignment mark pattern formed in the interior of this pattern, and it is the alignment mark of the above-mentioned photo mask. The process which forms a photosensitive material film with equal above-mentioned micro-lens material and refractive index on the substrate which doubles the position of the above-mentioned photo mask and the above-mentioned optical equipment, and forms the above-mentioned micro lens by carrying out alignment of the alignment mark of the above-mentioned optical equipment. The process which forms in a center the film for lens markers which imprinted the micro-lens pattern which has an alignment mark by using the above-mentioned photo mask on the above-mentioned photosensitive material film, and exposing and developing negatives, the process which inject the liquefied resin for lenses and form a liquefied micro lens on the micro-lens pattern of the above-mentioned film for lens markers, and the process which irradiate UV light, make harden the micro lens of the shape of above-mentioned liquid, and form a micro lens.

[Claim 2] The micro-lens pattern which is the method of forming a micro lens in the above-mentioned substrate front face of the optical equipment which a lightwave signal outputs and inputs to a light-corpuscle child through the substrate which lightwave signal light penetrates, and specifies the portion which forms the above-mentioned micro lens. The photo mask which has the alignment mark pattern formed in the interior of this pattern is used. The alignment mark which set the alignment mark of optical equipment as the above-mentioned light-corpuscle child's luminescence or light-receiving center, or was independently formed on the light-corpuscle child is prepared. On the other hand, the alignment mark of the above-mentioned photo mask, By carrying out alignment of the alignment mark of the above-mentioned optical equipment The process which forms a photosensitive material film on the substrate which doubles the position of the above-mentioned photo mask and the above-mentioned optical equipment, and forms the above-mentioned micro lens, The micro-lens pattern which specifies the portion which uses the above-mentioned photo mask for the photosensitive material film formed on the above-mentioned substrate, and forms the above-mentioned micro lens, The process which imprints the alignment mark pattern formed in the interior of this pattern, The process which forms the film for lens markers which left the portion which carries out fault development of the above-mentioned photosensitive material film, eliminates the above-mentioned alignment mark imprinted by this photosensitive material film, and forms the above-mentioned micro lens. The liquefied resin for lenses is injected into the portion which forms the above-mentioned micro lens. The micro-lens formation method characterized by including at least the process which forms a liquefied micro lens, and the process which irradiates UV light, is made to harden the micro lens of the shape of above-mentioned liquid, and forms a micro lens.

[Claim 3] It is the micro-lens formation method characterized by the bird clapper from the material which carries out fault development of the above-mentioned photosensitive material film, eliminates an alignment mark in a claim 2, the film for lens markers which left the portion which forms a micro lens approaches the portion which forms the above-mentioned micro lens on the above-mentioned substrate front face, and is formed in the field of the outside of the portion which forms this micro lens, and has absorptivity to the wavelength of the above-mentioned lightwave-signal light.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the micro-lens manufacturing technology of optical equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 6 shows an example of the conventional micro-lens manufacture method indicated by JP,2000-180605,A (Japanese Patent Application No. No. 358956 [ten to]). this conventional method should boil liquefied ultraviolet-rays (UV light) hardening resin ink-jet head 13 -- it injects on a substrate 12 as RI and a liquefied resin 14 for lenses, the place made to spheroidize with surface tension is stiffened by UV light irradiation 15, and a micro lens 21 is formed. The injection capacity of liquefied ultraviolet-rays (UV light) hardening resin can be correctly controlled using a piezo driver element etc., and it is possible to produce the high micro-lens array of repeatability and a controllability. Moreover, since a lens can be direct formed on the arbitrary substrates 12, it is easy to unite a micro lens with optical parts, such as semiconductor laser, and a photo detector, an optical waveguide. The dropped liquefied resin depends on the relation of the surface tension of a liquefied resin and a substrate for a substrate and the angle to make, i.e., a contact angle, greatly. Although the relation of the surface tension of a liquefied resin and a substrate is determined by the shape of the viscosity of a resin, each temperature of a resin and a substrate, and surface type of a substrate etc., since a contact angle will be uniquely determined if those conditions are the same, applying as the manufacture method of a micro lens is possible. As a parameter showing the lens property of a micro lens, a focal distance, the F number, a lens diameter (diameter of opening), etc. are mentioned. In these lens parameters, the F number can be easily drawn from the contact angle of a resin, and the refractive index of a resin. That is, if the combination of the resin (a refractive index is known) which forms a predetermined contact angle, and a substrate is prepared, a micro lens with the desired F number is producible. Moreover, about a lens diameter, a contact angle is not based on injection capacity, but since it is fixed, it is controllable only by injection capacity.

[0003] In the above-mentioned conventional technology, it is possible to produce a micro lens with various lens properties simple. However, although this conventional technology is a method which produces one micro lens at a time and it is also possible to produce a micro-lens array collectively by forming an ink-jet head into a multi-nozzle, it depends for the alignment precision of a target position and a injection head on the resolution of the stage drive precision of equipment, and an observation system etc. greatly. That is, in order to raise the formation position accuracy of a micro lens, it is necessary to achieve highly precise-ization of equipment. Highly precise-ization of equipment means expensive rank-ization of equipment, and makes the manufacturing cost of a micro lens increased. Therefore, in order to manufacture a micro lens by the low cost, it is necessary for the formation position accuracy of a micro lens to consider as the manufacture method which is not influenced by equipment precision.

[0004] An example of the manufacture method of a micro lens that the formation position accuracy of the above-mentioned micro lens was proposed as the manufacture method which is not influenced for equipment precision by drawing 7 is shown [JP,62-83337,A (Japanese Patent Application No. No. 220375 [60 to])]. This is the method of forming the transparent resin (it being hereafter called the film for convex type lens markers) 24 of the shape of a disk which becomes exposure 6 and the portion which should develop negatives and should form the micro lens on a substrate 12 by patterning from a photopolymer 23 using a photo mask 22 about the photopolymer 23 prepared on the substrate 12. Since the transparent resin 24 of the shape of a disk which is this convex type lens marker is produced by the photo lithography technology using the above-mentioned photo mask 22 which has a micro-lens pattern, both the configuration of the film 24 for convex type lens markers, the accuracy of an array pitch, and its repeatability are high.

[0005] Since the shot position of the drop of liquefied UV light hardening resin 25 should just be on the above-mentioned film 24 for convex type lens markers when such a film 24 for convex type lens markers is formed on the

target substrate, position precision is eased sharply. Although the drop injected on the film 24 for convex type lens markers gets wet and spreads the film 24 top for convex type lens markers, a breadth stops at the periphery section and the shape of a globular form is formed naturally. Since the film 24 for convex type lens markers is circular, in accordance with the center and accuracy of a lens marker, the diameter of a micro lens 26 is further held correctly for a lens center by the path of the film 24 for convex type lens markers.

[0006] Here, alignment of a photo mask 22 is usually performed using the alignment mark formed in the mask. Although formed in portions other than the micro-lens pattern of a mask, alignment of this alignment mark is carried out as an alignment mark in which this was prepared in the evening-get side. Although it is the detailed pattern formed in the wiring layer in many cases as an alignment mark pattern prepared in a target side, an alignment mark pattern may be produced on optical parts (it is collectively called optical parts), such as chips, such as a light-corpuscle child, and an optical waveguide.

[0007] If loading precision of optical parts is not raised when the alignment mark is formed on the wiring layer in which optical parts were carried, the optical axis of optical parts and a micro lens will shift. Therefore, in order to double an optical axis, the mounting technology of highly precise optical parts will be needed, and a mounting increase in cost will be caused. Moreover, when forming an alignment mark in optical parts, in order to make it in agreement with the alignment mark by the side of a photo mask 22, the size of optical parts must be larger than the size of a micro lens enough. Although an alignment mark can also be prepared in a micro lens, it is not desirable to form a mark pattern in a light-transmission portion in order to bring about the influence of reflection, attenuation by scattering, etc. to the transmitted light.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the manufacture method of the conventional micro lens mentioned above, in order to be dependent on equipment precision and to form a highly precise micro lens, the position accuracy which trickles ultraviolet-rays hardening resin had to attain highly precise-ization of equipment, and had caused a raise in the cost of equipment, as a result the increase in the manufacturing cost of a micro lens. Moreover, although the technique of forming the disk-like lens marker on the evening-get substrate beforehand was proposed in order to ease the precision of the dropping position of a liquefied resin, some technical problems occurred about formation of an alignment mark with a lens marker and optical parts (optical equipment). For example, when the expensive loading equipment for carrying optical parts correctly was required, were having to form an alignment mark in the front face of optical parts, it was required for optical parts to be larger than a micro lens in order to form an alignment mark or the alignment mark was prepared in the micro lens, the light-transmission property was affected and there was a problem of the lens effect deteriorating.

[0009] The purpose of this invention is to solve the problem of the above-mentioned conventional technology and offer the micro-lens formation method which can carry out alignment of the optical-axis doubling of optical equipments (a light-corpuscle child, optical parts, etc.) and a micro lens by the low cost simply.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention is considered as composition like a publication at a claim. namely, the optical equipment (a light-corpuscle child --) which a lightwave signal outputs and inputs to a light-corpuscle child through the substrate which lightwave signal light penetrates The micro-lens pattern which is the method of forming a micro lens in the above-mentioned substrate front faces, such as optical parts, and specifies the portion which forms the above-mentioned micro lens, The photo mask which has the alignment mark pattern formed in the interior of this pattern is used. The alignment mark which set the alignment mark of optical equipment as the above-mentioned light-corpuscle child's luminescence or light-receiving center, or was independently formed on the light-corpuscle child is prepared. On the other hand, the alignment mark of the above-mentioned photo mask, By carrying out alignment of the alignment mark of the above-mentioned optical equipment The process which forms a photosensitive material film with equal above-mentioned micro-lens material and refractive index on the substrate which doubles the position of the above-mentioned photo mask and the above-mentioned optical equipment, and forms the above-mentioned micro lens, By using the above-mentioned photo mask on the above-mentioned photosensitive material film, and exposing and developing negatives The process which forms in a center the film for lens markers which imprinted the micro-lens pattern which has an alignment mark, The liquefied resin for lenses is injected on the micro-lens pattern of the above-mentioned film for lens markers. It considers as the micro-lens formation method which includes at least the process which forms a liquefied micro lens, and the process which irradiates UV light, is made to harden the micro lens of the shape of above-mentioned liquid, and forms a micro lens.

[0011] if a micro lens is produced at such a process according to claim 1, optical-axis doubling of optical equipments (a light-corpuscle child or optical parts) and a micro lens will be markedly alike compared with the former, will become easy, and will become possible [forming a micro lens with a high position precision by the low cost]

[0012] Moreover, it is the method of forming a micro lens in the above-mentioned substrate front face of the optical equipment a lightwave signal outputs and inputs to a light-corpuscle child like through the substrate according to claim 2 which lightwave signal light penetrates. The micro-lens pattern which specifies the portion which forms the above-mentioned micro lens, The photo mask which has the alignment mark pattern formed in the interior of this pattern is used. The alignment mark which set the alignment mark of optical equipment as the above-mentioned light-corpuscle child's luminescence or light-receiving center, or was independently formed on the light-corpuscle child is prepared. On the other hand, the alignment mark of the above-mentioned photo mask, By carrying out alignment of the alignment mark of the above-mentioned optical equipment The process which forms a photosensitive material film on the substrate which doubles the position of the above-mentioned photo mask and the above-mentioned optical equipment, and forms the above-mentioned micro lens, The micro-lens pattern which specifies the portion which uses the above-mentioned photo mask for the photosensitive material film formed on the above-mentioned substrate, and forms the above-mentioned micro lens, The process which imprints the alignment mark pattern formed in the interior of this pattern, The process which forms the film for lens markers which left the portion which carries out fault development of the above-mentioned photosensitive material film, eliminates the above-mentioned alignment mark imprinted by this photosensitive material film, and forms the above-mentioned micro lens, The liquefied resin for lenses is injected into the portion which forms the above-mentioned micro lens, and it considers as the micro-lens formation method which includes at least the process which forms a liquefied micro lens, and the process which irradiates UV light, is made to harden the micro lens of the shape of above-mentioned liquid, and forms a micro lens.

[0013] Thus, it is effective in it becoming unnecessary to adjust the refractive index of the resin material of a lens marker and a micro lens, and the width of face of selection of the resin material for micro lenses becoming large by performing fault development according to claim 2, eliminating an alignment mark, and using the process which leaves the portion which forms a micro lens.

[0014] Moreover, the film for lens markers which left the portion according to claim 3 which carries out fault development of the above-mentioned photosensitive material film, eliminates an alignment mark in a claim 2 like, and forms a micro lens It considers as the micro-lens formation method which consists of material which approaches the portion which forms the above-mentioned micro lens on the above-mentioned substrate front face, and is formed in the field of the outside of the portion which forms this micro lens, and has absorptivity to the wavelength of the above-mentioned lightwave signal light.

[0015] By considering as the micro-lens formation method like the above-mentioned claim 3, the resin material for lens markers does not need to be transparent to operating wavelength, and when the light-corpuscle child is stationed in the shape of an array, it is effective in the ability to reduce the optical cross talk between adjacent channels by using the material which it dared have colored.

[0016]

[Embodiments of the Invention] <Gestalt 1 of operation> The gestalt of operation of the 1st of this invention is shown in drawing 1 . In drawing 1 , the manufacture method of a micro lens is the method of forming a micro lens in the front face of the above-mentioned substrate 12 in the optical equipment outputted and inputted to the light-corpuscle child 3 by whom die bond was done through the substrate 12 which lightwave signal light penetrates.

[0017] The micro-lens pattern which specifies the portion which forms a micro lens, The photo mask 1 [drawing 1 (a)] which has the alignment mark pattern (minute mark for main alignment) 5 formed in the interior of this pattern is used. The alignment mark 4 on the above-mentioned light-corpuscle child 3 (a light-corpuscle child's luminescence or light-receiving center), By carrying out alignment of the alignment mark 5 of the above-mentioned photo mask 1, the position of a photo mask 1 and optical equipment 3 is doubled, and optical-axis doubling of optical equipment 3 and a micro lens is performed [drawing 1 (b)]. After forming the photosensitive material film 2 with equal micro-lens material and refractive index on the substrate 12 which forms a micro lens and exposing the above-mentioned photosensitive material film 2 using a photo mask 1, the film 9 for convex type lens markers (film for lens markers which imprinted the micro-lens pattern) which has the concave alignment mark 8 is formed in a center by developing negatives [drawing 1 (c)]. On the micro-lens pattern of the film 9 for lens markers, the ink-jet head 13 [drawing 1 (d)] is used, the liquefied resin 14 for lenses is injection/Breathed out, [drawing 1 (e)] and the liquefied micro lens 16 are formed, UV light irradiation 15 is taken, the micro lens 16 of the shape of this liquid is stiffened, and [drawing 1 (f)] and a micro lens 17 [drawing 1 (g)] are formed.

[0018] Since the photosensitive material film 2 of the negative mold which the exposed part hardens is used for the micro-lens pattern (it is henceforth called the film for lens markers) which specifies the portion which forms a micro lens 17, the alignment mark which carried out forms, such as the shape of a cross joint or a disk, is formed in the core. Since this alignment mark is a shading portion, the existing concave alignment mark 8 corresponding to the alignment mark pattern to dent (hollow) is formed in the core of the film 9 for convex type lens markers. However, the portion of

the depression of this concave alignment mark 8 is closed by the process of injection/regurgitation of the drop of the liquefied resin 14 for lenses performed continuously, serves as the completely same solid phase as the film 9 for convex type lens markers, and can form a homogeneous micro lens. Here, when the refractive index of the film for convex type lens markers and the resin material for micro lenses was adjusted, optically, the interface was not able to become but the depression between the film 9 for lens markers and the concave alignment mark 8 was able to obtain the homogeneous and transparent micro lens.

[0019] <Gestalt 2 of operation> The gestalt of operation of the 2nd of this invention is shown in drawing 2. In drawing 2, a lens marker is formed using the photopolymer of the positive type from which the exposed portion is removed. By using the photopolymer of a positive type, the film 10 for lens markers (film for concave lens markers) of the configuration (it became depressed) where the micro-lens portion was dented is formed on the contrary [the gestalt 1 of the above-mentioned implementation]. The micro-lens pattern which specifies the portion which forms a micro lens, The photo mask 1 [drawing 2 (a)] which has the alignment mark pattern 5 formed in the interior of this pattern is used. By setting the light-corpuscle child's 3 alignment mark pattern as the light-corpuscle child's (optical equipment) 3 luminescence or light-receiving center, and carrying out alignment of the alignment mark pattern 5 of a photo mask 1 The position of a photo mask 1 and optical equipment 3 is doubled, and the substrate 12 in which photosensitive material film 2' of a positive type was formed is carried out exposure 6 using the photo mask 1 which has the above-mentioned micro-lens pattern [drawing 2 (b)]. Negatives are developed and the film 10 for concave lens markers which has the convex type alignment mark 7 is formed in the interior [drawing 2 (c)]. The process [drawing 2 (g)] which injects the liquefied resin 14 for lenses [drawing 2 (e)], forms liquefied micro-lens 16, carries out UV light irradiation 15 [drawing 2 (f)] hereafter using the ink-jet beef fat 13 [drawing 2 (d)], and forms a micro lens 17 is the same as the gestalt 1 of the above-mentioned implementation almost.

[0020] The alignment mark is formed in the core of a micro lens in order to double the position of a micro lens with a light-corpuscle child's luminescence/light-receiving center like [the gestalt 2 smell of this operation] the gestalt 1 of above-mentioned operation. In a development process, as shown in drawing 2, this alignment mark turns into the minute convex type alignment mark 7, in order to remain without *****ing. However, since minute heights are covered by the injection process of the liquid resin performed continuously, these minute heights become transparent optically like the gestalt 1 of the above-mentioned implementation according to it by adjusting the refractive index of the resin material for lens markers, and the resin material for micro lenses. In addition, as for **, it is desirable on the film for concave lens markers to use a water-repellent high material as a resin material for lens markers.

[0021] <Gestalt 3 of operation> With the gestalt 3 of this operation, as shown in drawing 3, it is not necessary to remove the convex type alignment mark 7 which was formed in the interior of the film 10 for concave lens markers in the case of drawing 2, and to adjust the refractive index of the resin material of the film for concave lens markers, and a micro lens, and the formation method of the micro lens which can make large selection width of face of the resin material for micro lenses is stated.

[0022] As shown in drawing 3 (c), the substrate 12 in which photosensitive material film 2' of a positive type was formed is used. By carrying out alignment of the alignment mark pattern 5 of a photo mask 1, and the alignment mark pattern 4 on the light-corpuscle child 3 (luminescence/light-receiving center) After considering the light-corpuscle child's (optical equipment) 3 alignment as a photo mask 1, fault development is performed in the process which carries out exposure 6 and is developed. The convex type alignment mark 7 imprinted by photosensitive material film 2' of a positive type is removed, and film 10' for concave lens markers which specifies the edge by the side of the periphery of a micro-lens formation portion is formed. Next, the process [drawing 3 (g)] which injects the liquefied resin 14 for lenses, forms [drawing 3 (e)] and the liquefied micro lens 16, takes UV light irradiation 15, is stiffened and forms [drawing 3 (f)] and micro-lens 17 ** on film 10' for concave lens markers which is the portion which forms a micro lens is the same as the gestalten 1-2 of the above-mentioned implementation.

[0023] By considering as such a micro-lens formation method, it becomes unnecessary to adjust the refractive index of the resin material of a lens marker and a micro lens, and width of face of selection of the resin material for micro lenses can be made large. Moreover, when it does not need to be transparent and the light-corpuscle child is stationed in the shape of an array to operating wavelength as a resin material of the film for concave lens markers, the effect of reducing the optical cross talk between adjacent channels can also be expected by using the material which it dared have colored. However, generally, since a photosensitive material of a positive type (photolysis type) has few kinds, when actual results, such as the reliability of a resin, have priority, the direction which uses a negative-mold photopolymer is a best policy. In addition, an example of the mask pattern for lens marker production used with the gestalten 1-3 of the above-mentioned implementation was shown in drawing 5. You may be a cross-like although drawing 5 showed the minute disk-like thing as an alignment mark.

[0024] <Gestalt 4 of operation> As shown in drawing 4, in the gestalt 4 of this operation, by forming the film 11 for

ring-like lens markers explains the case where a micro lens is produced, using the photo mask 1 [drawing 4 (a)] which has the ring-like lens marker pattern 19. Although the point which carries out patterning using the photopolymer of a positive type is the same as the gestalt 2 of the above-mentioned implementation, when the resin material for micro lenses is dropped, it differs in that the appearance of a micro lens is determined on the edge of the outside of the film 11 for ring-like lens markers.

[0025] When the resin for micro lenses is dropped, in order to stop the breadth, the device of using a water-repellent material or thickening thickness of a lens marker was required for the film 10 (drawing 2) for concave lens markers. These are factors which make a production process restrict and difficulty-ize, and it is missing and they have few [a edge] things which a resin spreads on the film for lens markers by the dry area etc. By the film 10 (drawing 2) for concave lens markers, and the film 9 (drawing 1) for convex type lens markers, the film 9 for convex type lens markers can form a micro lens with sufficient repeatability. That is, the film 11 for ring-like lens markers shown in the form 4 of this operation has the good point of both sizes of the goodness of the repeatability of micro-lens production which the film 9 for convex type lens markers has, and the alternative of the resin material for micro lenses which the film 10 for concave lens markers has.

[0026] Also in the film 11 for ring-like lens markers, the alignment mark of a micro-lens core is removable like the form 3 of the above-mentioned implementation with fault development. Since fault development also of the ring portion is similarly carried out in that case, it needs to be cautious of the design of ring width of face. In addition, in the form of the above-mentioned implementation, although the ink-jet method has been taken up to the method which injects a liquefied resin, it does not limit to an ink-jet method, and if it is the method which can trickle a minute quantity of a drop with a sufficient controllability, it can apply, for example, this can also use a dispenser method. Moreover, in the form of the above-mentioned implementation, although the thing of a single channel has been taken up as a light-corpuscle child, this is not limited to a single channel. In the light-corpuscle child array arranged a single dimension or in the shape of-dimensional [2], the micro-lens formation method of the above-mentioned this invention is completely applicable similarly.

[0027]

[Effect of the Invention] According to the micro-lens formation method of having used the property in which the drop of the minute amount of this invention became globular form-like on a substrate In the mask pattern of the lens marker used in order to raise the diameter of a micro lens, and the accuracy and repeatability of an array array It becomes possible by forming a minute alignment pattern in the core of a micro lens, and carrying out alignment of this and a light-corpuscle child's (optical equipment) luminescence/light-receiving center to double those opticals axis easily. It is not necessary for it to be used in order to double the optical axis of a light-corpuscle child and a micro lens, and to form a special alignment mark as a lens marker used in order to raise the formation position precision, and to carry a light-corpuscle child using the high-class mounting methods, such as a flip chip, and to newly prepare an alignment mark in a chip front face. Furthermore, a chip appearance is small, and since it is settled in the projection size of a micro lens, when an alignment mark cannot be formed, the micro lens whose optical axis suited to the light-corpuscle child can be produced by the low cost. Moreover, although the lens marker used for the alignment of a micro lens and a light-corpuscle child is in a light-transmission field, it can remove optically or physically and can prevent the increase in an unnecessary interface.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

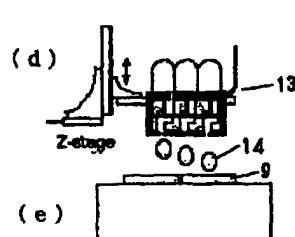
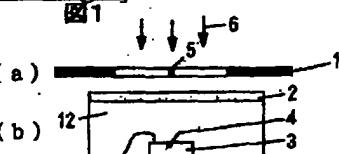
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

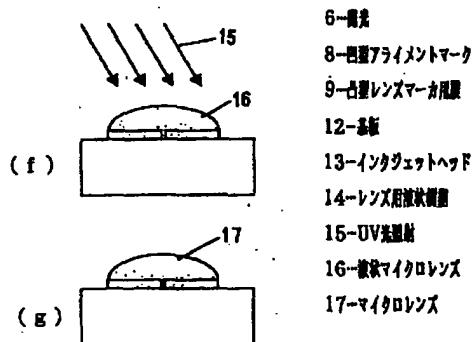
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



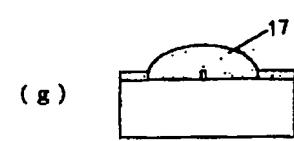
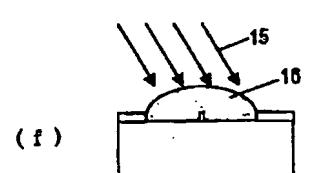
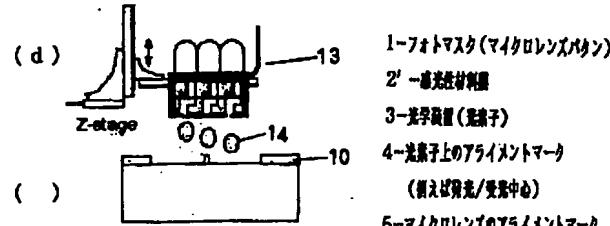
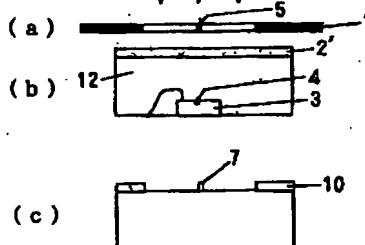
- 1-フォトマスク(マイクロレンズ版)
- 2-感光性樹脂
- 3-光学鏡(光鏡)
- 4-基板上のアライメントマーク
(例えば露光/受光中心)
- 5-マイクロレンズのアライメントマーク
(積入ば中心アライメント用露光マーク)



- 6-露光
- 8-露型アライメントマーク
- 9-凸型レンズマーク用
- 12-基板
- 13-インクジェットヘッド
- 14-レンズ用被膜樹脂
- 15-UV光遮蔽
- 16-複数マイクロレンズ
- 17-マイクロレンズ

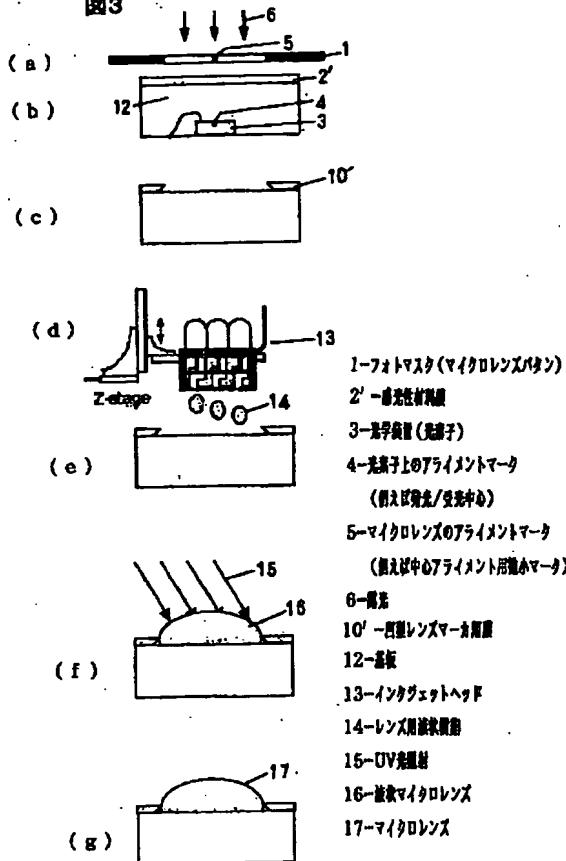
[Drawing 2]

図2



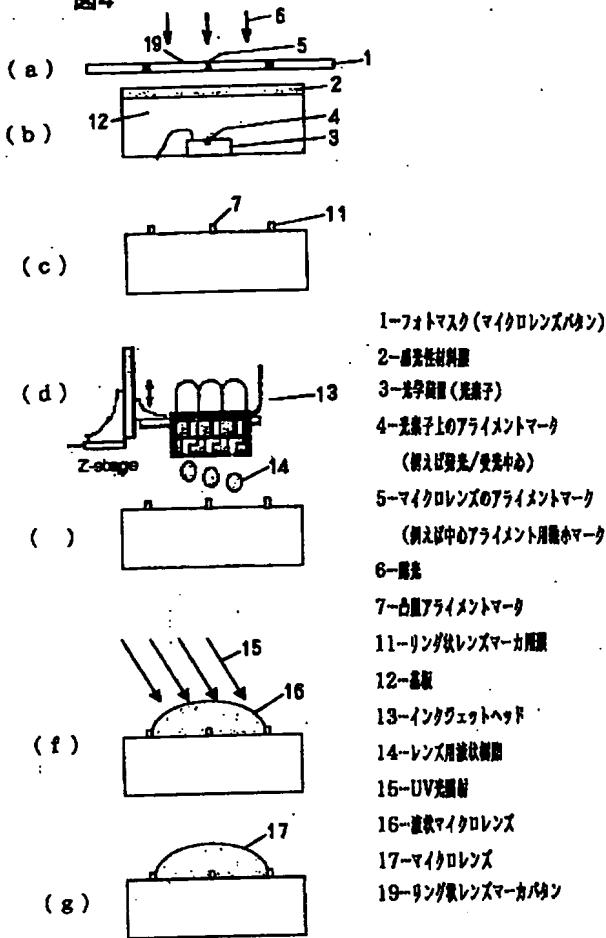
[Drawing 3]

図3



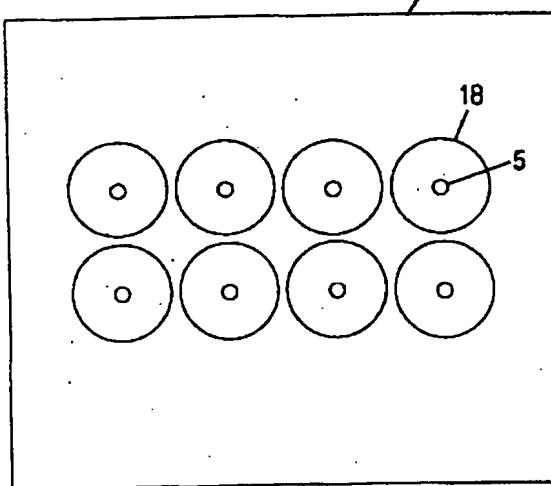
[Drawing 4]

図4



[Drawing 5]

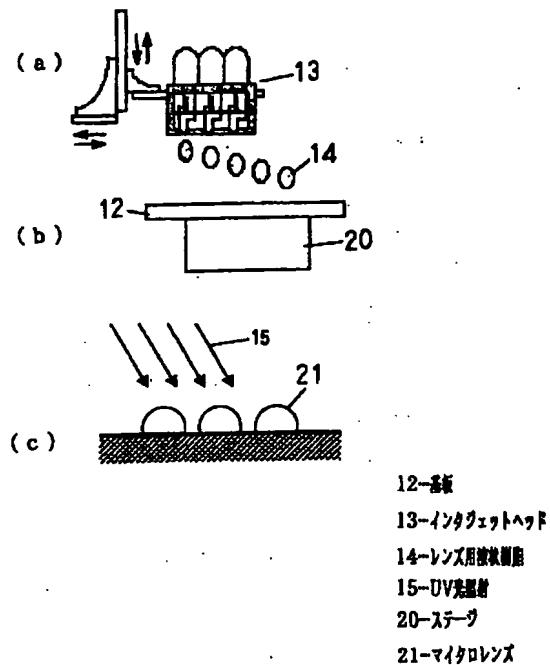
図5



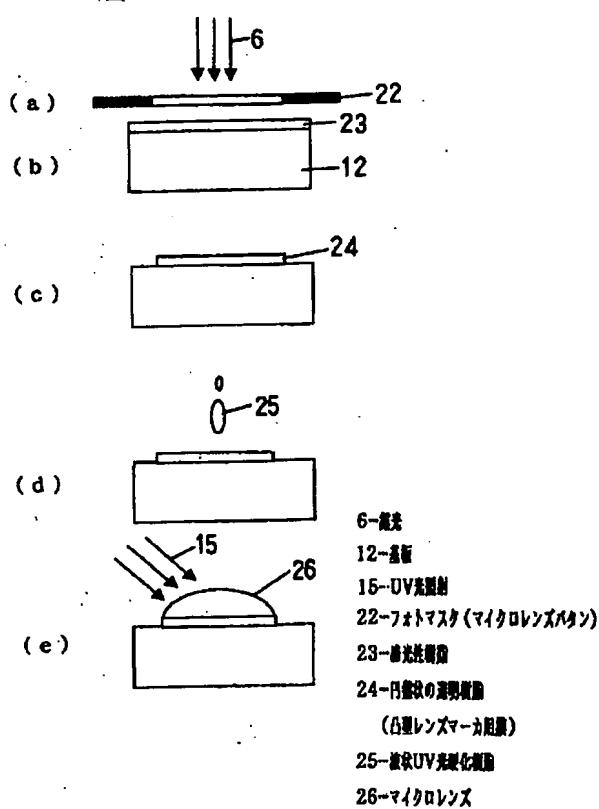
1-フォトマスク(マイクロレンズパターン)
5-マイクロレンズのアライメントマーク
18-レンズマーク用露用マスクボタン

[Drawing 6]

図6



[Drawing 7]
図7



[Translation done.]

(51) Int.Cl.
 B 29 C 39/02
 39/24
 G 02 B 3/00
 // B 29 L 11:00

識別記号

F I
 B 29 C 39/02
 39/24
 G 02 B 3/00
 B 29 L 11:00

テ-マ-ト*(参考)
 4 F 2 0 4

Z

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全9頁)

(21)出願番号 特願2001-141431(P2001-141431)

(22)出願日 平成13年5月11日(2001.5.11)

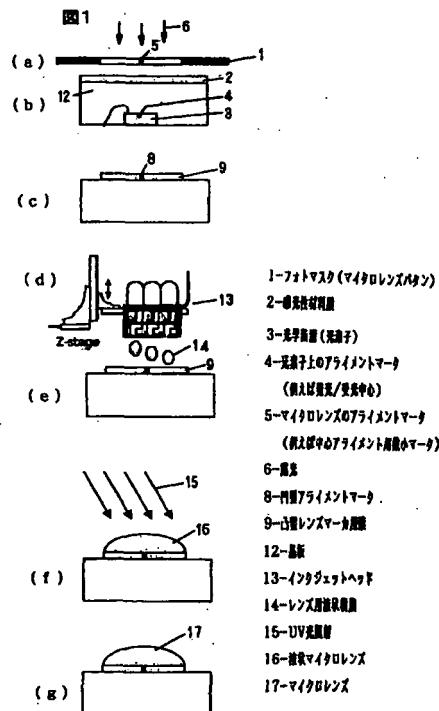
(71)出願人 000004226
 日本電信電話株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
 (72)発明者 石井 雄三
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 (74)代理人 100075753
 弁理士 和泉 良彦 (外1名)
 Fターム(参考) 4F204 AA44 AH75 EA03 EB01 EK18

(54)【発明の名称】マイクロレンズ形成方法

(57)【要約】

【課題】光学装置(光素子、光部品等)とマイクロレンズとの光軸合わせを、簡易に低成本でアライメントできるマイクロレンズ形成方法を提供する。

【解決手段】マイクロレンズを形成するマイクロレンズパタンとアライメントマークパタンとを有するフォトマスク(1)を用い、光素子(3)を有する光学装置のアライメントマークを光素子の発光または受光中心として、マイクロレンズのアライメントマーク(5)と光素子のアライメントマーク(4)とを位置合わせすることにより、マイクロレンズと光学装置の光軸合わせをして、基板(12)上に、中心にアライメントマーク(8)を有するマイクロレンズパタンを転写したレンズマーク用膜(9)を形成し、レンズマーク用膜上に、レンズ用液状樹脂を射出して液状のマイクロレンズを形成し、UV光を照射して硬化させてマイクロレンズとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光信号光が透過する基板を介して光信号が光素子に入出力する光学装置の上記基板表面にマイクロレンズを形成する方法であって、上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパタンと、該パタンの内部に形成されたアライメントマークパタンとを有するフォトマスクを用い、他方、光学装置のアライメントマークを、上記光素子の発光または受光中心とするか、もしくは光素子上に別に形成したアライメントマークを設け、上記フォトマスクのアライメントマークと、上記光学装置のアライメントマークとを位置合わせすることにより、上記フォトマスクと上記光学装置の位置を合わせ、上記マイクロレンズを形成する基板上に、上記マイクロレンズ材料と屈折率の等しい感光性材料膜を形成する工程と、

上記感光性材料膜上に、上記フォトマスクを用い露光、および現像することにより、中心にアライメントマークを有するマイクロレンズパタンを転写したレンズマーカ用膜を形成する工程と、

上記レンズマーカ用膜のマイクロレンズパタン上に、レンズ用液状樹脂を射出して、液状のマイクロレンズを形成する工程と、UV光を照射して、上記液状のマイクロレンズを硬化させてマイクロレンズを形成する工程とを少なくとも含むことを特徴とするマイクロレンズ形成方法。

【請求項2】光信号光が透過する基板を介して光信号が光素子に入出力する光学装置の上記基板表面にマイクロレンズを形成する方法であって、

上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパタンと、該パタンの内部に形成されたアライメントマークパタンとを有するフォトマスクを用い、

他方、光学装置のアライメントマークを、上記光素子の発光または受光中心とするか、もしくは光素子上に別に形成したアライメントマークを設け、上記フォトマスクのアライメントマークと、上記光学装置のアライメントマークとを位置合わせすることにより、上記フォトマスクと上記光学装置の位置を合わせ、上記マイクロレンズを形成する基板上に、感光性材料膜を形成する工程と、上記基板上に形成した感光性材料膜に、上記フォトマスクを用いて、上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパタンと、該パタンの内部に形成したアライメントマークパタンとを転写する工程と、

上記感光性材料膜を過現像して、該感光性材料膜に転写された上記アライメントマークを消去し、上記マイクロレンズを形成する部分を残したレンズマーカ用膜を形成する工程と、

上記マイクロレンズを形成する部分に、レンズ用液状樹脂を射出して、液状のマイクロレンズを形成する工程と、

UV光を照射して、上記液状のマイクロレンズを硬化さ

10

20

30

40

50

せてマイクロレンズを形成する工程とを少なくとも含むことを特徴とするマイクロレンズ形成方法。

【請求項3】請求項2において、上記感光性材料膜を過現像して、アライメントマークを消去し、マイクロレンズを形成する部分を残したレンズマーカ用膜は、上記基板表面上の上記マイクロレンズを形成する部分に近接して、該マイクロレンズを形成する部分の外側の領域に形成され、かつ上記光信号光の波長に対して吸収性を有する材料よりなることを特徴とするマイクロレンズ形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光学装置のマイクロレンズ製造技術に関する。

【0002】

【従来の技術】図6は、特開2000-180605号公報（特願平10-358956号）に記載された従来のマイクロレンズ製造方法の一例を示す。この従来の方法は、液状の紫外線（UV光）硬化樹脂を、インクジェットヘッド13により、レンズ用液状樹脂14として基板12上に射出し、表面張力により球状化させたところを、UV光照射15により硬化させて、マイクロレンズ21を形成するものである。ピエゾ駆動素子などを用いて、液状の紫外線（UV光）硬化樹脂の射出量を正確に制御することができ、再現性と制御性の高いマイクロレンズアレイを作製することができる。また、任意の基板12上にダイレクトにレンズを形成することができるため、半導体レーザや、受光素子、光導波路などの光部品にマイクロレンズを一体化することが容易である。

滴下された液状樹脂が基板となす角、すなわち接触角は、液状樹脂と基板の表面張力の関係に大きく依存する。液状樹脂と基板の表面張力の関係は、樹脂の粘度、樹脂と基板のそれぞれの温度、基板の表面形状などによって決定されるが、それらの条件が同一であれば接触角は一意的に決定されるため、マイクロレンズの製造方法として適用することは可能である。マイクロレンズのレンズ特性を表わすパラメータとしては、焦点距離、F数、レンズ直径（開口径）などが挙げられる。これらのレンズパラメータにおいて、F数は、樹脂の接触角と樹脂の屈折率とから容易に導くことができる。すなわち、所定の接触角を形成する樹脂（屈折率は既知）と基板の組み合わせを用意すれば、所望のF数をもつマイクロレンズを作製することができる。また、レンズ直径に関しては、接触角が射出量に因らず一定であることから、射出量のみで制御することができる。

【0003】上記従来技術においては、さまざまなレンズ特性を持つマイクロレンズを簡便に作製することができる。しかしながら、この従来技術はマイクロレンズを一つずつ作製する方式であり、インクジェットヘッドをマルチノズル化することにより、マイクロレンズア

レイを一括して作製することも可能であるが、ターゲット位置と射出ヘッドのアライメント精度は、装置のステージ駆動精度および観察系の分解能などに大きく依存する。つまり、マイクロレンズの形成位置確度を高めるためには、装置の高精度化をはかる必要がある。装置の高精度化は、装置の高価格化を意味しており、マイクロレンズの製造コストを増加させることになる。したがって、マイクロレンズを低成本で製造するためには、マイクロレンズの形成位置確度が装置精度に影響されない製造方法とすることが必要となる。

【0004】図7に、上記マイクロレンズの形成位置確度が装置精度に影響されない製造方法として提案されたマイクロレンズの製造方法の一例を示す【例えば、特開昭62-83337号公報（特願昭60-220375号）】。これは、基板12上に設けた感光性樹脂23をフォトマスク22を用い、露光6、現像してパターニングにより、基板12上のマイクロレンズを形成すべき部分に、感光性樹脂23よりなる円盤状の透明樹脂（以下、凸型レンズマーカ用膜と呼ぶ）24を形成する方法である。この凸型レンズマーカである円盤状の透明樹脂24は、マイクロレンズパタンを有する上記フォトマスク22を用いたフォトリソグラフィー技術によって作製されるため、凸型レンズマーカ用膜24の形状、配列ピッチの正確性、および再現性は共に高い。

【0005】このような凸型レンズマーカ用膜24がターゲット基板上に形成されている場合には、液状UV光硬化樹脂25の液滴の射出位置は、上記凸型レンズマーカ用膜24上であればよいので、位置精度は大幅に緩和される。凸型レンズマーカ用膜24上に射出された液滴は、凸型レンズマーカ用膜24上を濡れ広がるが、その周縁部で広がりは止まり、おのずと球形状を形成する。凸型レンズマーカ用膜24が円形であるために、レンズ中心はレンズマーカの中心と正確に一致し、さらには、マイクロレンズ26の直径は凸型レンズマーカ用膜24の径によって正確に保持される。

【0006】ここで、フォトマスク22のアライメントは、通常、マスクに形成しておいたアライメントマークを用いて行われる。このアライメントマークは、マスクのマイクロレンズパタン以外の部分に形成されるが、これをターゲット面に設けられたアライメントマークとしてアライメントされる。ターゲット面に設けられるアライメントマークパタンとしては、配線層に形成された微細パターンであることが多いが、光素子などのチップ部品や光導波路などの光部品（まとめて光部品と呼ぶ）上にアライメントマークパタンが作製されることもある。

【0007】光部品が搭載された配線層上にアライメントマークが形成されている場合には、光部品の搭載精度を高めなければ、光部品とマイクロレンズとの光軸はずれることになる。したがって、光軸を合わせるために、高精度の光部品の実装技術が必要となり、実装コス

トの増加を招いてしまうことになる。また、光部品にアライメントマークを形成する場合には、フォトマスク22側のアライメントマークと一致させるためには、光部品のサイズがマイクロレンズのサイズよりも十分大きくなければならない。アライメントマークをマイクロレンズ内に設けることもできるが、光透過部分にマークパターンを形成することは、透過光に対して反射・散乱・減衰などの影響をもたらすために、好ましくない。

【0008】

10 【発明が解決しようとする課題】上述した従来のマイクロレンズの製造方法において、紫外線硬化樹脂を滴下する位置確度は装置精度に依存するため、高精度なマイクロレンズの形成を行うためには、装置の高精度化を図らなければならず、装置の高コスト化、ひいてはマイクロレンズの製造コストの増加を招いていた。また、液状樹脂の滴下位置の精度を緩和するために、あらかじめターゲット基板上に円盤状のレンズマーカを形成しておく手法が提案されているが、レンズマーカと光部品（光学装置）とのアライメントマークの形成について幾つかの課題があった。例えば、正確に光部品を搭載するための高価な搭載装置が必要であったり、光部品の表面にアライメントマークを形成しておかねばならないことであつたり、アライメントマークを形成するためには光部品がマイクロレンズよりも大きいことが必要であつたり、アライメントマークをマイクロレンズ内に設けると光透過特性に影響を及ぼしレンズ効果が劣化するなどの問題があつた。

30 【0009】本発明の目的は、上記従来技術の問題を解決して、光学装置（光素子、光部品等）とマイクロレンズとの光軸合わせを、簡易に低成本でアライメントすることができるマイクロレンズ形成方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は特許請求の範囲に記載のような構成とするものである。すなわち、光信号光が透過する基板を介して光信号が光素子に入出力する光学装置（光素子、光部品等）の上記基板表面にマイクロレンズを形成する方法であつて、上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパタンと、該パタンの内部に形成されたアライメントマークパタンとを有するフォトマスクを用い、他方、光学装置のアライメントマークを、上記光素子の発光または受光中心とするか、もしくは光素子上に別に形成したアライメントマークを設け、上記フォトマスクのアライメントマークと、上記光学装置のアライメントマークとを位置合わせすることにより、上記フォトマスクと上記光学装置の位置を合わせ、上記マイクロレンズを形成する基板上に、上記マイクロレンズ材料と屈折率の等しい感光性材料膜を形成する工程と、上記感光性材料膜上に、上記フォトマスクを用い露光、および

現像することにより、中心にアライメントマークを有するマイクロレンズパタンを転写したレンズマーカ用膜を形成する工程と、上記レンズマーカ用膜のマイクロレンズパタン上に、レンズ用液状樹脂を射出して、液状のマイクロレンズを形成する工程と、UV光を照射して、上記液状のマイクロレンズを硬化させてマイクロレンズを形成する工程とを少なくとも含むマイクロレンズ形成方法とするものである。

【0011】このような請求項1に記載の工程でマイクロレンズを作製すると、光学装置（光素子あるいは光部品等）とマイクロレンズとの光軸合わせが、従来に比べて格段に容易となり、位置精度の高いマイクロレンズを低コストで形成することが可能となる。

【0012】また、請求項2に記載のように、光信号光が透過する基板を介して光信号が光素子に入出力する光学装置の上記基板表面にマイクロレンズを形成する方法であって、上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパタンと、該パタンの内部に形成されたアライメントマークパタンとを有するフォトマスクを用い、他方、光学装置のアライメントマークを、上記光素子の発光または受光中心とするか、もしくは光素子上に別に形成したアライメントマークを設け、上記フォトマスクのアライメントマークと、上記光学装置のアライメントマークとを位置合わせすることにより、上記フォトマスクと上記光学装置の位置を合わせ、上記マイクロレンズを形成する基板上に、感光性材料膜を形成する工程と、上記基板上に形成した感光性材料膜に、上記フォトマスクを用いて、上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパタンと、該パタンの内部に形成したアライメントマークパタンとを転写する工程と、上記感光性材料膜を過現像して、該感光性材料膜に転写された上記アライメントマークを消去し、上記マイクロレンズを形成する部分を残したレンズマーカ用膜を形成する工程と、上記マイクロレンズを形成する部分に、レンズ用液状樹脂を射出し、液状のマイクロレンズを形成する工程と、UV光を照射して、上記液状のマイクロレンズを硬化させてマイクロレンズを形成する工程とを少なくとも含むマイクロレンズ形成方法とするものである。

【0013】このように請求項2に記載の過現像を行い、アライメントマークを消去し、マイクロレンズを形成する部分を残す工程を用いることにより、レンズマーカとマイクロレンズの樹脂材料の屈折率を整合させる必要がなくなり、マイクロレンズ用樹脂材料の選択の幅が広くなる効果がある。

【0014】また、請求項3に記載のように、請求項2において、上記感光性材料膜を過現像して、アライメントマークを消去し、マイクロレンズを形成する部分を残したレンズマーカ用膜は、上記基板表面上の上記マイクロレンズを形成する部分に近接して、該マイクロレンズ

を形成する部分の外側の領域に形成され、かつ上記光信号光の波長に対して吸収性を有する材料よりなるマイクロレンズ形成方法とするものである。

【0015】上記請求項3のようなマイクロレンズ形成方法とすることにより、レンズマーカ用樹脂材料は、使用波長に対して透明である必要がなく、光素子がアレイ状に配置されている場合には、あえて着色した材料を用いることにより、隣接チャネル間の光学的クロストークを低減し得る効果がある。

【0016】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）図1に本発明の第1の実施の形態を示す。図1において、マイクロレンズの製造方法は、光信号光が透過する基板12を介してダイボンドされた光素子3に入出力する光学装置における上記基板12の表面にマイクロレンズを形成する方法である。

【0017】マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパタンと、該パタンの内部に形成したアライメントマークパタン（中心アライメント用微小マーク）5を有するフォトマスク1【図1（a）】を用い、上記光素子3上のアライメントマーク（光素子の発光または受光中心）4と、上記フォトマスク1のアライメントマーク5とを位置合わせすることにより、フォトマスク1と光学装置3の位置を合わせて、光学装置3とマイクロレンズとの光軸合わせを行なう【図1（b）】。マイクロレンズを形成する基板12上に、マイクロレンズ材料と屈折率の等しい感光性材料膜2を形成し、上記感光性材料膜2を、フォトマスク1を用い、露光した後、現像することにより、中心に凹型アライメントマーク8を有する凸型レンズマーカ用膜（マイクロレンズパタンを転写したレンズマーカ用膜）9を形成する【図1（c）】。レンズマーカ用膜9のマイクロレンズパタン上に、インクジェットヘッド13【図1（d）】を用い、レンズ用液状樹脂14を射出／吐出して【図1（e）】、液状のマイクロレンズ16を形成し、UV光照射15して、該液状のマイクロレンズ16を硬化させて【図1（f）】、マイクロレンズ17【図1（g）】を形成する。

【0018】マイクロレンズ17を形成する部分を規定するマイクロレンズパタン（以後、レンズマーカ用膜と呼ぶ）は、露光した箇所が硬化するネガ型の感光性材料膜2を用いているので、その中心部に十字、または円盤状等の形をしたアライメントマークが形成される。このアライメントマークは、遮光部分であるため、凸型レンズマーカ用膜9の中心部には、アライメントマークパタンに対応した凹み（窪み）のある凹型アライメントマーク8が形成される。しかしながら、この凹型アライメントマーク8の凹みの部分は、続いて行われるレンズ用液状樹脂14の液滴の射出／吐出の工程で塞がれ、凸型レンズマーカ用膜9と全く同じ固相となり、均質なマイク

レンズを形成することができる。ここで、凸型レンズマーカ用膜およびマイクロレンズ用樹脂材料の屈折率を整合させておけば、レンズマーカ用膜9と凹型アライメントマーク8間の凹みは光学的には界面とはならず、均質で透明なマイクロレンズを得ることができた。

【0019】〈実施の形態2〉図2に本発明の第2の実施の形態を示す。図2において、露光した部分が除去されるポジ型の感光性樹脂を用いて、レンズマーカを形成するものである。ポジ型の感光性樹脂を用いることで、上記実施の形態1とは反対に、マイクロレンズ部分が凹んだ(窪んだ)形状のレンズマーカ用膜(凹型レンズマーカ用膜)10が形成される。マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズバタンと、該バタンの内部に形成したアライメントマークバタン5とを有するフォトマスク1〔図2(a)〕を用い、光素子3のアライメントマークバタンを光素子(光学装置)3の発光または受光中心とし、フォトマスク1のアライメントマークバタン5とを位置合わせすることにより、フォトマスク1と光学装置3の位置を合わせ、ポジ型の感光性材料膜2'を形成した基板12を、上記マイクロレンズバタンを有するフォトマスク1を用いて露光6する〔図2(b)〕。現像して、内部に、凸型アライメントマーク7を有する凹型レンズマーカ用膜10を形成する〔図2(c)〕。以下、インクジェットヘッド13〔図2(d)〕を用いて、レンズ用液状樹脂14を射出〔図2(e)〕し、液状マイクロレンズ16形成し、UV光照射15〔図2(f)〕して、マイクロレンズ17を形成する工程〔図2(g)〕は、上記実施の形態1とほぼ同様である。

【0020】本実施の形態2においても、上述の実施の形態1と同様に光素子の発光/受光中心とマイクロレンズの位置を合わせるために、マイクロレンズの中心部にアライメントマークが形成されている。このアライメントマークは現像処理工程において、エッチングされずに残るため、図2に示すように微小な凸型アライメントマーク7となる。しかしながら、統いて行われる液体樹脂の射出工程によって、微小凸部は覆われるので、上記実施の形態1と同様に、レンズマーカ用樹脂材料とマイクロレンズ用樹脂材料との屈折率を整合させることにより、この微小凸部は光学的に透明となる。なお、凹型レンズマーカ用膜においては、レンズマーカ用樹脂材料として、撥水性の高い材料を用いることが好ましい。

【0021】〈実施の形態3〉本実施の形態3では、図3に示すごとく、図2の場合において凹型レンズマーカ用膜10の内部に形成された凸型アライメントマーク7を除去し、凹型レンズマーカ用膜とマイクロレンズの樹脂材料の屈折率を整合させる必要がなく、マイクロレンズ用樹脂材料の選択幅を広くすることができるマイクロレンズの形成方法について述べる。

【0022】図3(c)に示すように、ポジ型の感光性

材料膜2'を形成した基板12を用い、フォトマスク1のアライメントマークバタン5と光素子3上のアライメントマークバタン(発光/受光中心)4とを位置合わせすることにより、フォトマスク1と光素子(光学装置)3の位置合わせをした後、露光6して現像する工程において過現像を行い、ポジ型の感光性材料膜2'に転写された凸型アライメントマーク7を除去し、マイクロレンズ形成部分の外周側の縁を規定する凹型レンズマーカ用膜10'を形成する。次に、マイクロレンズを形成する部分である凹型レンズマーカ用膜10'上に、レンズ用液状樹脂14を射出して〔図3(e)〕、液状のマイクロレンズ16を形成し、UV光照射15して、硬化させ〔図3(f)〕、マイクロレンズ17を形成する工程〔図3(g)〕は、上記実施の形態1~2と同様である。

【0023】このようなマイクロレンズ形成方法とすることにより、レンズマーカとマイクロレンズの樹脂材料の屈折率を整合する必要がなくなり、マイクロレンズ用樹脂材料の選択の幅を広くすることができる。また、凹型レンズマーカ用膜の樹脂材料として、使用波長に対して透明である必要がなく、光素子がアレイ状に配置されている場合などにおいて、あえて着色した材料を用いることにより、隣接チャネル間の光学的クロストークを低減する効果も期待できる。しかし、一般的にポジ型(光分解型)の感光性材料は種類が少ないため、樹脂の信頼性などの実績が優先する場合には、ネガ型感光性樹脂を用いる方が得策である。なお、上記実施の形態1~3で使用したレンズマーカ作製用マスクバタンの一例を図5に示した。図5ではアライメントマークとして微小円盤状のものを示したが、十字形状等であってもかまわない。

【0024】〈実施の形態4〉図4に示すように、本実施の形態4においては、リング状のレンズマーカバターン19を有するフォトマスク1〔図4(a)〕を用いて、リング状レンズマーカ用膜11を形成することにより、マイクロレンズを作製する場合について説明する。ポジ型の感光性樹脂を用いてバターニングする点は、上記実施の形態2と同じであるが、マイクロレンズ用の樹脂材料を滴下した際に、リング状レンズマーカ用膜11の外側の縁でマイクロレンズの外形が決定される点が異なる。

【0025】凹型レンズマーカ用膜10(図2)は、マイクロレンズ用の樹脂を滴下した際に、その広がりを止めるために、撥水性材料を用いたり、レンズマーカの厚みを厚くしたりする、などの工夫が必要であった。これらは、作製プロセスを制限し、困難化させる要因であり、また、縁部のわずかな欠け、荒れなどによって、樹脂がレンズマーカ用膜上に広がってしまうことがある。凹型レンズマーカ用膜10(図2)と凸型レンズマーカ用膜9(図1)とでは、凸型レンズマーカ用膜9の方

が、再現性良くマイクロレンズを形成することができる。すなわち、本実施の形態4に示すリング状レンズマーカ用膜11は、凸型レンズマーカ用膜9の持つマイクロレンズ作製の再現性の良さと、凹型レンズマーカ用膜10が持つマイクロレンズ用樹脂材料の選択肢の広さの両方の良い点を併せ持つものである。

【0026】上記実施の形態3と同様に、リング状レンズマーカ用膜11においても、マイクロレンズ中心部のアライメントマークは、過現像によって除去することができる。その際に、リング部分も同様に過現像されるため、リング幅の設計には注意する必要がある。なお、上記実施の形態においては、液状樹脂を射出する方式に、インクジェット方式を取り上げてきたが、これは、インクジェット方式に限定するものではなく、微小量の液滴を制御性良く滴下することができる方式であれば適用することができ、例えば、ディスペンサ方式を用いることも可能である。また、上記実施の形態においては、光素子としてシングルチャネルのものを取り上げてきたが、これは単チャネルに限定するものではない。一次元ないし二次元状に配列された光素子アレイにおいても、全く同様に、上記本発明のマイクロレンズ形成方法を適用することができる。

【0027】

【発明の効果】本発明の微小量の液滴が基板上で球形状となる性質を利用したマイクロレンズ形成方法によれば、マイクロレンズの直径とアレイ配列の正確性・再現性を高めるために用いられるレンズマーカのマスクパターンにおいて、マイクロレンズの中心部に微小なアライメントパターンを形成し、これと光素子（光学装置）の発光／受光中心とをアライメントすることによって、それらの光軸を容易に合わせることが可能となる。光素子とマイクロレンズとの光軸を合わせるために用いられ、その形成位置精度を高めるために使用されるレンズマーカとして、特別なアライメントマークを形成する必要がなく、光素子をフリップチップなどの高級な実装方法を用いて搭載する必要もなく、また、チップ表面に新たにアライメントマークを設ける必要もない。さらに、チップ外形が小さく、マイクロレンズの投影サイズ内に収まってしまうために、アライメントマークを形成することのできない場合においても、光素子と光軸が合ったマイクロレンズを低コストで作製することができる。また、マイクロレンズと光素子のアライメントに用いられるレンズマーカが、光透過領域内にあるにもかかわらず、光学的もしくは物理的に除去することができ、不要な境界面の増加を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1で例示したマイクロレンズ形成方法を説明する図。

【図2】本発明の実施の形態2で例示したマイクロレンズ形成方法を説明する図。

【図3】本発明の実施の形態3で例示したマイクロレンズ形成方法を説明する図。

【図4】本発明の実施の形態4で例示したマイクロレンズ形成方法を説明する図。

10 【図5】本発明の実施の形態1～3で使用したレンズマーカ作製用マスクパターンの一例を示す平面図。

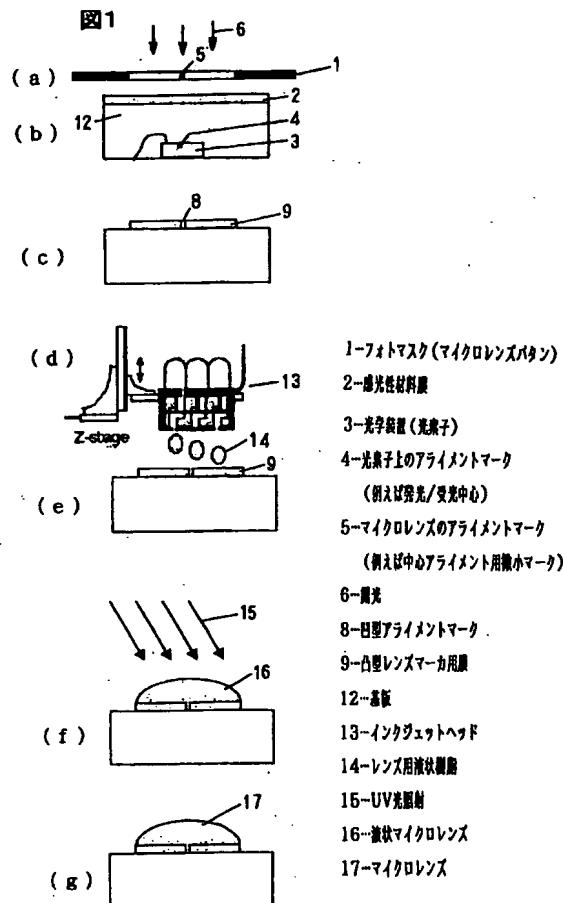
【図6】従来の微小量の液滴の表面張力を利用したマイクロレンズの製造方法を示す説明図。

【図7】従来のレンズマーカを用いたマイクロレンズの製造方法を示す説明図。

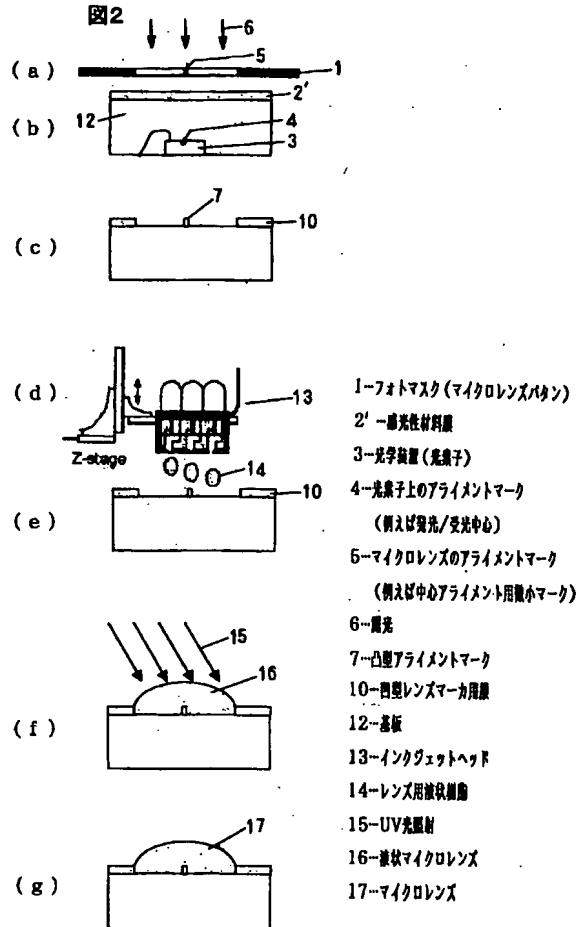
【符号の説明】

- 1…フォトマスク（マイクロレンズパターン）
- 2…感光性材料膜
- 2'…感光性材料膜
- 3…光学装置（光素子）
- 4…光素子上のアライメントマーク（例えば発光／受光中心）
- 5…マイクロレンズのアライメントマーク（例えば中心アライメント用微小マーク）
- 6…露光
- 7…凸型アライメントマーク
- 8…凹型アライメントマーク
- 9…凸型レンズマーカ用膜
- 10…凹型レンズマーカ用膜
- 10'…凹型レンズマーカ用膜
- 11…リング状レンズマーカ用膜
- 12…基板
- 13…インクジェットヘッド
- 14…レンズ用液状樹脂
- 15…UV光照射
- 16…液状マイクロレンズ
- 17…マイクロレンズ
- 18…レンズマーカ作製用マスクパターン
- 19…リング状レンズマーカパターン
- 20…ステージ
- 40 21…マイクロレンズ
- 22…フォトマスク（マイクロレンズパターン）
- 23…感光性樹脂
- 24…円盤状の透明樹脂（凸型レンズマーカ用膜）
- 25…液状UV光硬化樹脂
- 26…マイクロレンズ

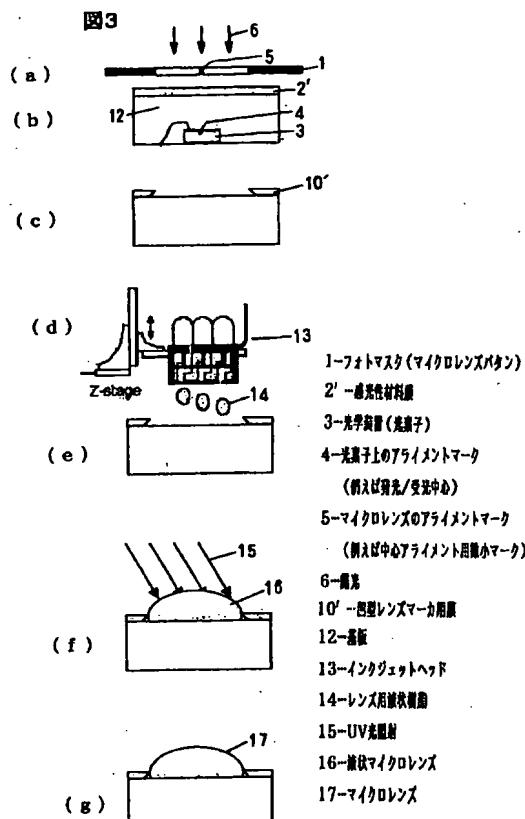
【図1】



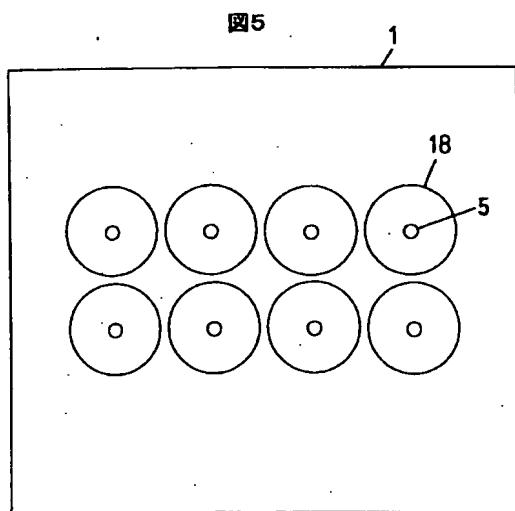
【図2】



【図3】

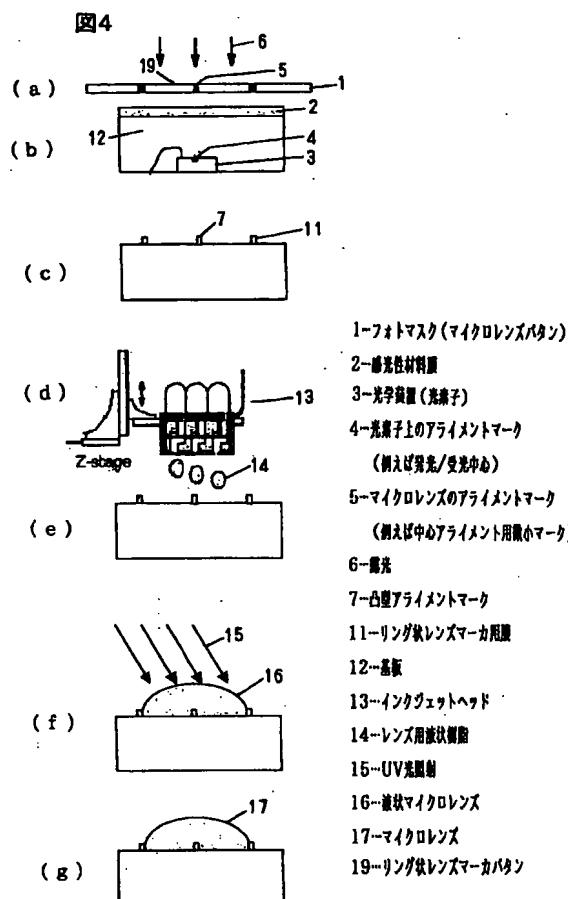


【図5】



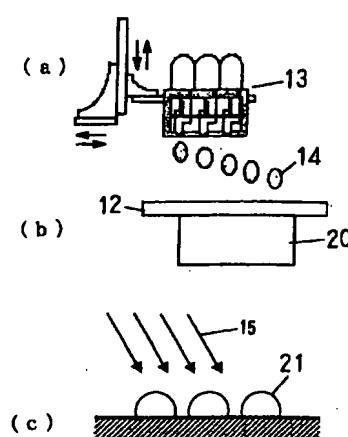
1-フォトマスク(マイクロレンズバタン)
5-マイクロレンズのアライメントマーク
18-レンズマーク作成用マスクバタン

【図4】



【図6】

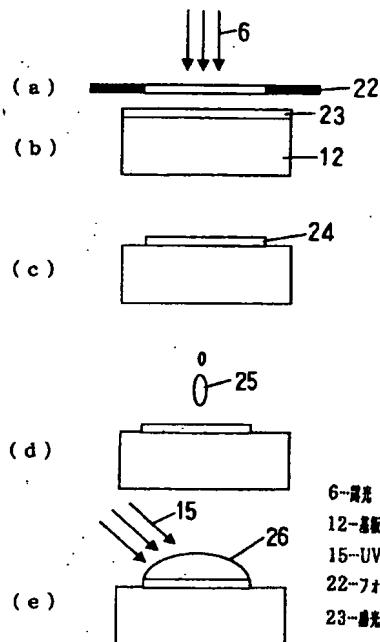
図6



12-基板
13-インクジェットヘッド
14-レンズ用液状樹脂
15-UV光露射
20-ステップ
21-マイクロレンズ

【図7】

図7



6-露光
12-基板
15-UV光露射
22-フォトマスク(マイクロレンズパターン)
23-露光性樹脂
24-円盤状の露光樹脂
(凸型レンズマーク用)
25-液状UV光硬化樹脂
26-マイクロレンズ